

キーワード: 増量、運動、エネルギー必要量、除脂肪組織、脂肪組織

【緒言】

アスリートが増量を行う場合、除脂肪組織 (Lean tissue; LT) である筋肉の増加を目的に運動トレーニングが行われる。摂取エネルギーは消費されるか蓄積される。消費エネルギーは基礎代謝として利用されるか合成して蓄積するために利用される。蓄積エネルギーは LT か脂肪組織 (Fat tissue; FT) に蓄積される。体重増加に要するエネルギーは理論的には LT と FT の増加割合に依存し、運動はこの割合に影響すると考えられる。

本研究では、LT と FT の増加割合と合成して蓄積するためのエネルギーに対する運動の影響を検討した。

【方法】

<実験 1>

4 週齢の Sprague-Dawley 系雄ラットを安静群 (S; n=5) と運動群 (E; n=6) に分けた。ラットは 24 時間分の呼吸を集めるため、代謝チャンバー (E は内部に梯子を設置し、最上部に給水瓶を取り付けた高さ 2m のクライミング装置付き) で個別飼育した。飼育期間は 4 週間として標準飼料と水を自由に摂取させ、体重、摂取エネルギー、消費エネルギーを毎日測定した。

摂取エネルギーは、利用効率 (75.1%) で補正して代謝可能エネルギーを求めた。消費エネルギーは、酸素消費量から求めた。基礎代謝量は、Terpstra の計算式を用いた。合成して蓄積するエネルギー (合成エネルギー) は、S は消費エネルギーから推定基礎代謝量を差し引いて算出し、E では

さらに運動で消費したエネルギーを差し引いて算出した。運動で消費したエネルギーは、E の消費エネルギー量と、同体重の S の消費エネルギー量との差として求めた。LT と FT の増加は、体重増加量、代謝可能エネルギーと消費エネルギーの差で求めた蓄積エネルギーと、組織エネルギー密度 (LT: 1.25 kcal/g, FT: 7.4 kcal/g) から算出した。飼育期間終了後に解剖し、臓器と組織重量を測定した。

<実験 2>

8 週齢の Sprague-Dawley 系雄ラットを安静群 (S; n=5) と運動群 (E; n=6) に分け、実験 1 と同様に処理した。飼育期間終了後、臓器と組織重量を測定するとともに、消化管の内容物を除去し全身を均質化した。水分、タンパク質、脂質およびグリコーゲンの含有量を測定し、全身のエネルギー含有量を求めた。

<統計処理>

群間の比較は対応のない t 検定を用いた。有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

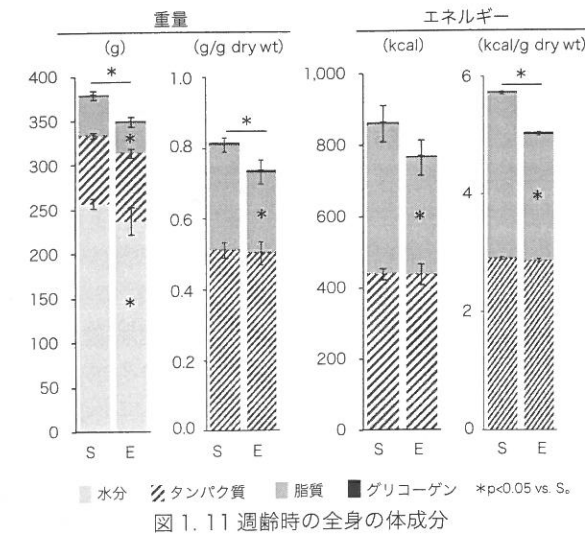
実験 1 での体重増加は S が 230.4 g (SD 14.1)、E が 216.7 g (SD 8.6)、実験 2 での体重増加は S が 165.2 g (SD 7.7)、E が 141.7 g (SD 21.4) だった。実験 1、2 ともに飼育期間中の体重増加量には群間に差はなかったが、実験 2 では終了時の体重で S が有意に重かった。

表 1 にエネルギーの分布を示した。代謝可能エネルギーは、実験 1、2 ともに群間に有意差は認められなかった。消費エネルギーは、実験 1 では E が

表 1. エネルギー分布

	実験1 (4-7週齢)		実験2 (8-11週齢)	
	S	E	S	E
代謝可能	1830.4(76.4)	1882.9(86.5)	2320.7(112.6)	2150.8(150.3)
消費	1190.7(55.7)	1305.0(85.2)*	1523.9(80.9)	1559.8(89.7)
基礎代謝	610.2(17.6)	572.9(20.9)*	1018.3(24.4)	946.1(41.2)*
合成	580.5(67.2)	501.6(28.4)*	505.6(66.2)	370.4(25.0)*
運動	-	230.5(48.1)	-	243.2(45.0)
蓄積	639.7(96.0)	577.9(67.5)	796.8(53.7)	591.0(87.4)*
LT	216.6(21.7)	208.5(10.1)	86.5(5.3)	92.9(24.8)
FT	423.1(108.1)	369.4(72.6)	710.3(54.5)	498.1(88.0)*

kcal。S: n=5, E: n=6の平均 (SD)。*p<0.05 vs. S。



有意に多く、実験 2 では群間に有意差は認められなかった。消費エネルギーのうちの推定基礎代謝量と合成エネルギーは、実験 1、2 ともに E が有意に少なかった。蓄積エネルギーは、実験 1 では群間に有意差は認められなかったが、実験 2 では E が有意に少なかった。LT と FT に蓄積されたエネルギーの比率は、実験 1 は S 群が 34:66 (LT:FT)、E 群が 36:64、実験 2 は S 群が 11:89、E 群が 16:84 で群間に有意差は認められなかった。LT と FT に蓄積された重量の増加割合は、実験 1 では S 群が 75:25、E 群が 77:23、実験 2 では S 群が 42:68、E 群が 52:48 で群間に有意差は認められなかった。FT への蓄積量は、エネルギーと重量ともに実験 2 の E が S より有意に少なかった。

全身の脂質は重量、エネルギー含有量ともに S が E より有意に高値だった (図 1)。乾燥重量 1g あたりの脂質も S が E より有意に多かった。タンパク質は 1g あたりでは E が有意に多い値を示した。グリコーゲンには群間に有意差は認められなかったが、E が S より多い傾向が見られた。

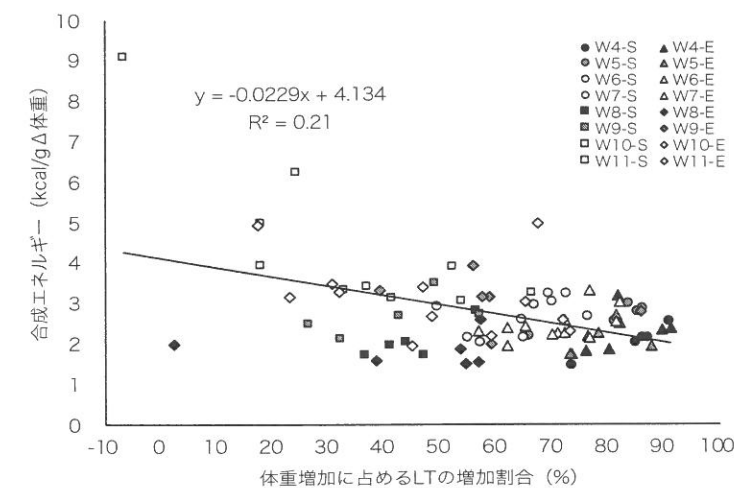


図 2. 体重増加に占める増加割合と合成エネルギーとの関係

体重増加に占める LT の比率は、実験 1 の方が実験 2 よりも高い傾向があり、この比率が高いほど体重増加に要するエネルギーは少なかった。回帰分析の結果、1 g の体重増加に要する合成エネルギーは LT による場合は 1.84 kcal、FT による場合は 4.13 kcal だった (図 2)。

【考察】

LT と FT の増加割合と合成して蓄積するためのエネルギーに対する運動の影響を明らかにすることを目的に実験をおこなった。その結果、LT と FT の増加割合に運動の影響は認められなかった。また、合成エネルギーは S で多かった。本研究では、全身に蓄積された FT の量は S が E よりも多かった。また、FT を蓄積するエネルギーは LT を蓄積するエネルギーよりも多かった。これらのことから、合成エネルギーは FT の蓄積の多かった S の方が E よりも多くなったと考えられる。このことは、本研究では LT と FT の蓄積に運動の影響は認められなかったものの、運動によって全身への脂質の蓄積が少なかったことを示している。

本研究では運動で消費したエネルギーを、E の消費エネルギー量と同体重の S の消費エネルギー量の差として求めた。しかし、同体重でも E のラットの方が S よりも少ない場合があった。そして E の合成エネルギーは、総消費エネルギーから基礎代謝と運動による消費エネルギーを差し引いて求めた。このため、運動による消費エネルギーを正確に評価できたとは言えず、合成エネルギーに対する運動の影響を明らかにできなかったとは言えないかもしれない。しかし、LT と FT の蓄積に運動の影響は認められなかったため、合成エネルギーに対する運動の影響は大きくないのではないかと考えられる。